

Original document

## DEVICE AND METHOD FOR EPITAXIAL GROWTH

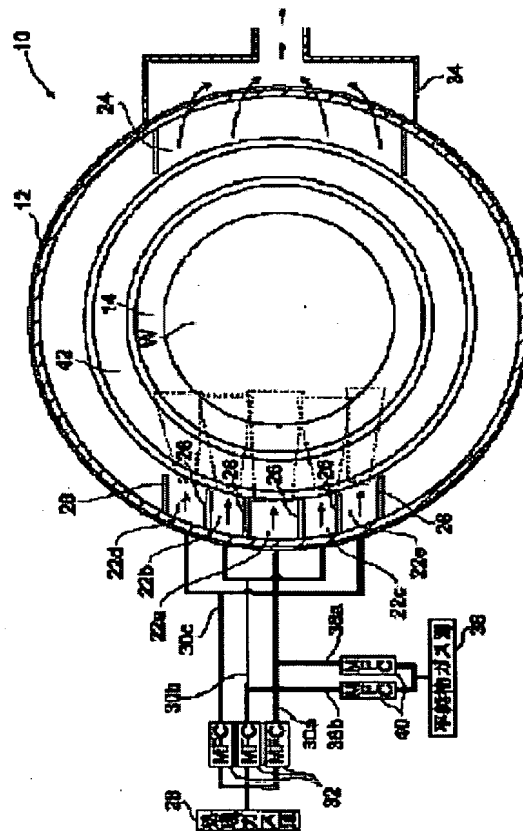
Patent number: JP2001044125  
 Publication date: 2001-02-16  
 Inventor: ARIMA YASUJI; ISHII TOSHIHITO  
 Applicant: APPLIED MATERIALS INC  
 Classification:  
 - international: **C23C16/455; H01L21/205; H01L21/26; C23C16/455; H01L21/02;**  
 (IPC1-7): H01L21/205; C23C16/455; H01L21/26  
 - european:  
 Application number: JP19990215207 19990729  
 Priority number(s): JP19990215207 19990729

View INPADOC patent family

Report a data error here

### Abstract of JP2001044125

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an epitaxial growth device which can control impurity concentration in an epitaxial layer to a low value, without forming CVD films, etc. **SOLUTION:** An epitaxial growth device 10 is provided with a treatment chamber 12 containing a susceptor 14, on which a wafer W is placed, at least five gas supply ports 22a-22e arranged in parallel with each other in the side section of the chamber 12 so as to supply a process gas to the chamber 12 for growing an epitaxial layer on the surface of the wafer W, and a means 36 which supplies an impurity gas containing impurities to the gas supply ports, other than the outermost gas supply ports 22d and 22e. Since the process gas is supplied only from the outermost ports 22d and 22e, the outermost peripheral section of the wafer W is only doped automatically and the impurity concentration in the epitaxial layer on the whole surface of the wafer W can be suppressed to a low value.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-44125

(P2001-44125A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/455

5 F 0 4 5

H 0 1 L 21/26

H 0 1 L 21/26

E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-215207

(22) 出願日

平成11年7月29日 (1999.7.29)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド

APPLIED MATERIALS, INCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

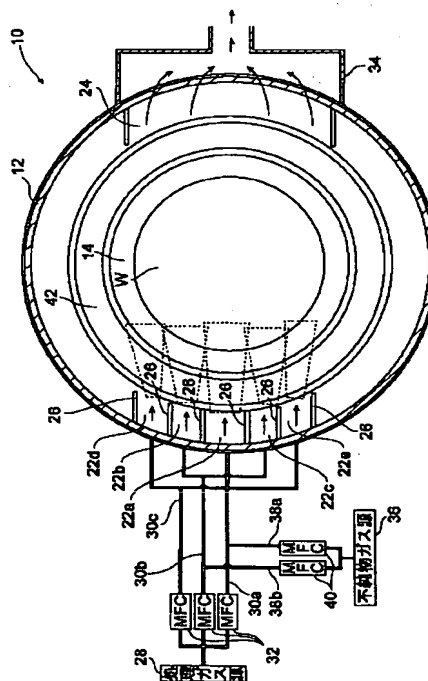
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エピタキシャル成長装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 CVD膜等を形成することなく、エピタキシャル層の不純物濃度を低濃度で制御することのできるエピタキシャル成長装置及び方法を提供すること。

【解決手段】 本発明は、ウェハWが載置されるサセプタ14を内部に有する処理チャンバ12と、ウェハ表面にエピタキシャル層を成長させるべく処理ガスを処理チャンバ内に供給するよう、処理チャンバの側部に並設された少なくとも5つのガス供給口22a~22eと、前記のガス供給口のうち、最も外側に位置する2つのガス供給口22d, 22e以外のものに、不純物を含む不純物ガスを供給する手段36とを備えるエピタキシャル成長装置を特徴とする。かかる構成においては、外側のガス供給口22d, 22eからは処理ガスのみが流れるため、ウェハ最外周部はオートドープのみとなり、ウェハ全面のエピタキシャル層の不純物濃度を低く抑えることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板が載置される基板支持台を内部に有する処理チャンバと、

前記基板支持台上の基板表面にエピタキシャル層を成長させるべく処理ガスを前記処理チャンバ内に供給するよう、前記処理チャンバの側部に並設された少なくとも5つのガス供給口と、

前記少なくとも5つのガス供給口に処理ガスを供給する手段と、

前記少なくとも5つのガス供給口のうち、最も外側に位置する2つの前記ガス供給口以外のものに、不純物を含む不純物ガスを供給する手段と、を備えるエピタキシャル成長装置。

【請求項2】 前記少なくとも5つのガス供給口のうち、最も外側に位置する2つの前記ガス供給口以外のものに対する不純物ガスの供給量を、当該ガス供給口のそれぞれについて個々に制御する手段を備える請求項1に記載のエピタキシャル成長装置。

【請求項3】 前記少なくとも5つのガス供給口に対する処理ガスの供給量を、前記少なくとも5つのガス供給口のそれぞれについて個々に制御する手段を備える請求項1又は2に記載のエピタキシャル成長装置。

【請求項4】 処理チャンバに並設された少なくとも5つのガス供給口から処理ガスを同方向に流し、前記処理チャンバ内で支持された基板の表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャル成長方法であって、前記少なくとも5つのガス供給口のうち、最も外側に位置する2つの前記ガス供給口以外のものに、不純物を含む不純物ガスを供給し、当該ガス供給口からの処理ガスに不純物ガスを随伴させるエピタキシャル成長方法。

【請求項5】 前記少なくとも5つのガス供給口のうち、最も外側に位置する2つの前記ガス供給口以外のものに対する不純物ガスの供給量を、当該ガス供給口のそれぞれについて個々に制御する請求項4に記載のエピタキシャル成長方法。

【請求項6】 前記少なくとも5つのガス供給口に対する処理ガスの供給量を、前記少なくとも5つのガス供給口のそれぞれについて個々に制御する請求項4又は5に記載のエピタキシャル成長方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造プロセス等で用いられるエピタキシャル成長装置及び方法に関し、特に、エピタキシャル層の不純物濃度制御技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エピタキシャル成長装置には、被処理基板である半導体ウェハを1枚ずつ処理する枚葉式と称されるものがある。従来一般の枚葉式エピタキシャル成長装置は、内部に処理空間を形成する石英ガラスから成る

処理チャンバと、この処理チャンバ内に配設され、1枚のウェハを水平に支持するサセプタ（基板支持台）と、処理チャンバの上方及び下方に放射状に配置された複数本のハロゲンランプとを備えている。また、処理チャンバの側部には、処理ガスの供給口と排気口とが形成されている。このようなエピタキシャル成長装置において、サセプタ上にウェハを載置した後、ハロゲンランプを点灯してウェハを加熱すると共に、処理ガスをガス供給口から処理チャンバ内に導入すると、所定温度に加熱されたウェハの表面に沿って反応ガスが層流状態で流れ、反応ガスの熱分解反応が起こり、ウェハ表面に薄膜、いわゆるエピタキシャル層が形成される。

【0003】このようなエピタキシャル成長装置は、ハロゲンランプの設置位置や反応ガスの流速等の要因によって、ウェハ表面に形成されるエピタキシャル層の膜厚分布が不均一になってしまう傾向にある。そこで、従来では、ガス供給口を処理チャンバに複数設け、各ガス供給口から処理チャンバ内に導入される反応ガスの流量を調整して、ウェハ表面に形成されるエピタキシャル層の膜厚分布を改善するようにしている。

【0004】ところで、エピタキシャル成長装置において、不純物濃度の高いウェハ上にエピタキシャル層を成長した場合には、ウェハから不純物が気相中に拡散して、これがエピタキシャル層に取り込まれ、エピタキシャル層の不純物濃度分布が不均一となり、製品である半導体デバイスの性能に影響を与えるおそれがある。

【0005】この問題を防止する手段として、基板の裏面にCVD膜等を形成し、不純物の気相への拡散を低減する方法がある。また、従来においては、各ガス供給口に送り込む処理ガスに不純物を含んだガス（以下「不純物ガス」という）を積極的に添加し、その流量を個別に制御して、エピタキシャル層の不純物濃度分布の均一性を向上させるという手段も知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したようなCVD膜等を形成する方法は、工程数が増えコストが増すという問題がある。また、各ガス供給口から供給される処理ガスの全てに不純物ガスを添加、随伴させる方法では、エピタキシャル層全体の不純物濃度が所望の値よりも高くなるおそれがある。

【0007】そこで、本発明の目的は、CVD膜等を形成することなく、エピタキシャル層の不純物濃度を低濃度で制御することのできるエピタキシャル成長装置及び方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者らは種々検討した結果、ウェハの裏面側の不純物が拡散してエピタキシャル層に取り込まれる場合、不純物濃度はウェハの最外周部が最も高くなることを見出した。

【0009】そこで、請求項1に係る本発明は、基板（ウェハ）が載置される基板支持台を内部に有する処理チャンバと、基板支持台上の基板表面にエピタキシャル層を成長させるべく処理ガスを処理チャンバ内に供給するよう、処理チャンバの側部に並設された少なくとも5つのガス供給口と、前記少なくとも5つのガス供給口に処理ガスを供給する手段と、前記少なくとも5つのガス供給口のうち、最も外側に位置する2つのガス供給口以外のものに、不純物を含む不純物ガスを供給する手段とを備えるエピタキシャル成長装置を特徴としている。

【0010】かかる構成においては、請求項4に記載の本発明による方法からも理解されるように、少なくとも5つのガス供給口から処理ガスを同方向に流し、処理チャンバ内で支持された基板の表面にエピタキシャル層を成長させる場合に、内側のガス供給口からの処理ガスにのみ不純物を含ませることができる。すなわち、最も外側のガス供給口からは処理ガスのみが流れるため、基板の最外周部のエピタキシャル層には、不純物ガスによる不純物の混入量は少なく、当該部位における不純物の大部分は基板の裏面側からの不純物によるものとなる。従って、ウェハの最外周部での不純物濃度は低く抑えられ、この部分の濃度に合わせて他のガス供給口からの不純物ガスの供給量を調整することで、ウェハ上のエピタキシャル層における不純物濃度を低く均一な分布とすることができる。

【0011】また、上記目的を達成するために、前記少なくとも5つのガス供給口のうち、最も外側に位置する2つのガス供給口以外のものに対する不純物ガスの供給量を、当該ガス供給口のそれぞれについて個々に制御したり、前記少なくとも5つのガス供給口に対する処理ガスの供給量を、各ガス供給口のそれぞれについて個々に制御したりすることが有効である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0013】図1及び図2は、本発明によるエピタキシャル成長装置を概略的に示している。図示のエピタキシャル成長装置10は被処理基板である半導体ウェハWを1枚ずつ処理する枚葉式であり、石英ガラスで構成された処理チャンバ12を備え、この処理チャンバ12内にウェハWを支持するためのサセプタ（基板支持台）14が配設されている。

【0014】サセプタ14は、炭化シリコンで被覆されたグラファイト材料から成る円盤状のものである。サセプタ14の上面中央部はウェハWを支持する支持領域となっている。また、サセプタ14は、処理チャンバ12の下部に垂直に延設された石英ガラス製の支持シャフト16により、裏面側から三点で水平に支持されている。この支持シャフト16は図示しない駆動モータにより回転駆動され、これによりサセプタ14は一定の回転速度

で回転できるようになっている。本実施形態では、サセプタ14の回転中心とウェハ支持領域の中心とは一致しているため、駆動モータを回転駆動させた際、サセプタ14上に支持されたウェハWの中心は回転中心となる。

【0015】処理チャンバ12の上方と下方とはそれぞれ、処理チャンバ12の内部を加熱し、ひいてはウェハWを加熱するための加熱手段として複数のハロゲンランプ18が配置されている。これらのハロゲンランプ18は、サセプタ14上で支持されている状態のウェハWが反りを生ずることなく所定温度に加熱されるよう、数量、位置、印加電力等が設定されている。

【0016】処理チャンバ12の側部の一部を形成するライナー部20には、処理ガスを供給するガス供給口22が設けられ、このガス供給口22に対向する位置のライナー部20に排気口24が設けられている。従って、ガス供給口22及び排気口24の間にサセプタ14が配置される。

【0017】本実施形態では、図2に明示するように、ガス供給口22は互いに略平行に所定間隔で配置された仕切板26により5つに区分されている。中央のガス供給口22a、その両側のガス供給口22d、22e及び最も外側に位置するガス供給口22b、22cには、それぞれ、処理ガス源28から延びるガス供給管30a、30b、30cが接続されている。各ガス供給管30a、30b、30cにはマスフローコントローラ32が介設されている。従って、処理ガス源28から処理ガスを送り出すと、マスフローコントローラ32により質量流量が調整された後、各ガス供給口22a～22eから処理ガスが図2の点線で示すように、同方向で且つ互いにほぼ平行な流れでサセプタ14上に供給される。また、排気口24には排気ダクト34が接続され、サセプタ14上を通過した処理ガスを排ガスとして吸引、排気するようになっている。なお、ガス供給口22a～22e及び排気口24はサセプタ14の上面とほぼ同じ高さ位置にあるため、ガス供給口22a～22eから処理チャンバ12内に供給された処理ガスはサセプタ14上のウェハWの表面に沿って層流状態で流れる。

【0018】本実施形態に係るエピタキシャル成長装置10は、更に、不純物を含んだ不純物ガスを処理チャンバ12内に供給するよう不純物ガス源36を備えている。この不純物ガス源36は、中央のガス供給口22aに接続されたガス供給管30aと、その両側のガス供給口22b、22cに接続されたガス供給管（分岐管の上流側部分）30bにそれぞれガス供給管38a、38bを介して接続されている。これらのガス供給管38a、38bにはマスフローコントローラ40が介設されている。最も外側に位置するガス供給口22d、22eについては不純物ガスは供給されず、従って、ガス供給管30cは処理ガス源28にのみ接続されている。

【0019】なお、図1及び図2において符号42は、

ライナー部20とサセプタ14との間に配置された予備加熱リングであり、各ガス供給口22a~22eから供給されたガスを加熱し、ウェハWに対して効果的な熱分解反応が行えるようにするためのものである。

【0020】次に、上記構成のエピタキシャル成長装置10を用いた本発明のエピタキシャル成長方法について説明する。

【0021】まず、サセプタ14の中央の支持領域上にウェハWを載置すると共に、ハロゲンランプ18を点灯してウェハWを処理温度まで加熱する。そして、サセプタ14を回転させた状態で、トリクロルシラン( $\text{SiHCl}_3$ )ガスやジクロルシラン( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )ガス等の処理ガスを処理ガス源28からガス供給管30a~30cを通して各ガス供給口22a~22eから処理チャンバ12内に供給する。処理ガスの供給量についてはマスフローコントローラ32により適宜調整される。このようにして、ウェハWの表面に沿って処理ガスが層流状態で流れ、ウェハW上にシリコン層がエピタキシャル成長する。

【0022】また、処理ガスの供給と同時に、不純物ガス源36から不純物ガスがガス供給管38a, 38bを通して3つのガス供給口22a, 22b, 22cから処理チャンバ12内に供給される。これにより、形成されるシリコンのエピタキシャル層には不純物がドーピングされることになる。不純物ガスとしては、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 等のIII族VI族原子の水素化合物を不純物として含み、水素をキャリアガスとしたガスが好ましい。

【0023】ここで、各ガス供給口22a~22eからのガス流の幅が排気口24まで変化しないと仮定した図3から理解されるように、中央のガス供給口22aやその両側のガス供給口22b, 22cから供給されたガスは、ウェハWの最外周部W1に触れる時間は極めて短い。一方、外側のガス供給口22d, 22eからのガスは、ウェハ最外周部W1には長時間触れている。従って、ウェハ最外周部W1の成膜は、主として外側のガス供給口22d, 22eからのガスによってコントロールされることになる。これに対して、中央のガス供給口22aからのガスはウェハWの中央円形部分W2の成膜を主として担い、中間のガス供給口22b, 22cからのガスはウェハWの中間環状部分W3の成膜を担っている。このため、外側のガス供給口22d, 22eからのガスは処理ガスのみであり、不純物を含んでいないので、ウェハ最外周部W1のエピタキシャル層にドーピング

される不純物は必然的に少なくなる。すなわち、ウェハ最外周部W1のエピタキシャル層に含まれる不純物の大部分は、ウェハWを加熱することにより裏面側から気相中に拡散された不純物となる。

【0024】そして、このウェハ最外周部W1のエピタキシャル層における不純物の濃度を最低値として、内側のガス供給口22a, 22b, 22cから供給される不純物ガスの量をマスフローコントローラ40により適宜調整することによって、ウェハ表面に形成されるエピタキシャル層は、その全域において、不純物濃度が均一となり、その濃度も極めて低いものとなる。なお、処理ガスは、下流側では殆ど成膜に寄与しないため、図3では下流側の部分については考慮していない。

【0025】以上、本発明の好適な実施形態について詳細に述べたが、本発明は上記実施形態に限定されないことは言うまでもない。例えば、上記実施形態では、ガス供給口22は5つであるが、その数は6以上であってもよい。但し、4以下である場合には、エピタキシャル層の厚さの均一性が損なわれるため、所望の効果は得られない。また、処理ガスの成分についても上記のものに限られない。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、エピタキシャル層における不純物濃度分布の均一性を向上させると共に、不純物の濃度を低く抑制することが可能となる。従って、このエピタキシャル成長プロセスを経て得られる半導体デバイスは、一定品質で且つ高品質のものとなり得る。

【0027】また、CVD膜を基板の裏面に成膜することなく不純物濃度の制御を行うことができるので、工程数の増加によるコスト増を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

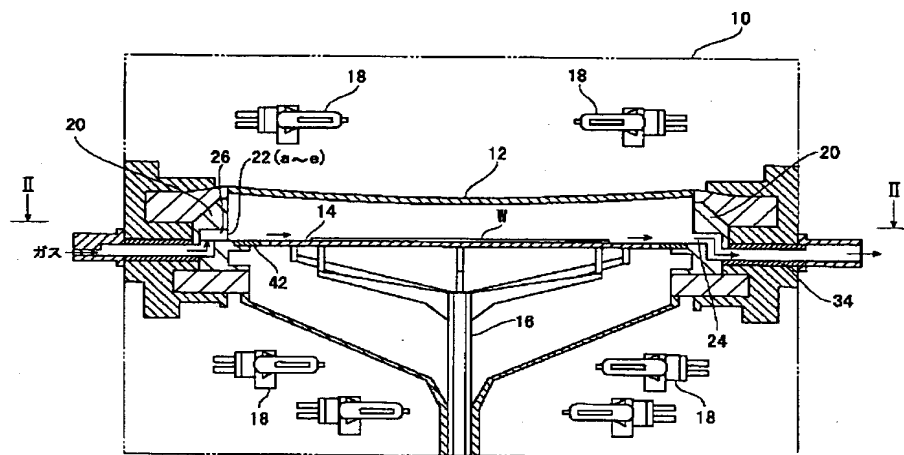
【図1】本発明に係るエピタキシャル成長装置を概略的に示す説明図である。

【図2】図1のII-II線に沿った断面図である。

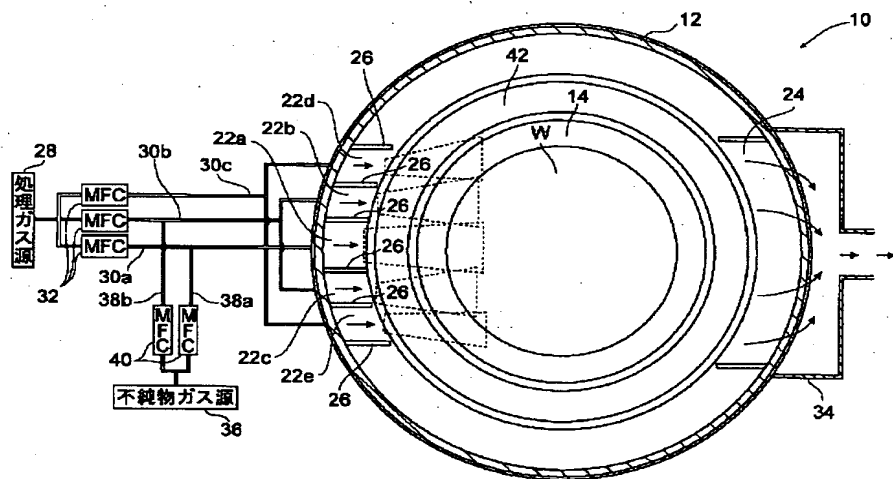
【図3】各ガス供給口からのガス流れのウェハ上の通過部分を概略的に示す説明図である。

【符号の説明】

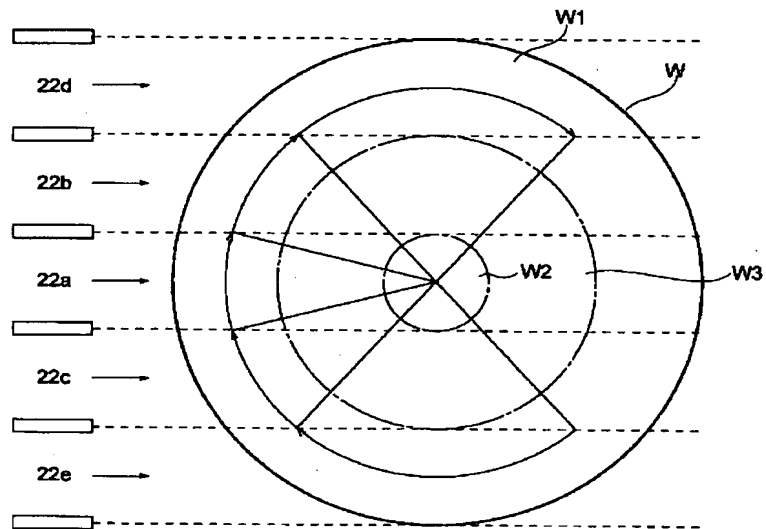
10…エピタキシャル成長装置、12…処理チャンバ、14…サセプタ(基板支持台)、18…ハロゲンランプ、22a~22e…ガス供給口、24…排気口、28…処理ガス源、36…不純物ガス供給源。



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 有馬 靖二  
千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内  
アプライド マテリアルズ ジャパン  
株式会社内

(72)発明者 石井 才人  
千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内  
アプライド マテリアルズ ジャパン  
株式会社内

Fターム(参考) 4K030 AA03 AA06 AA20 BB02 EA01  
EA03 FA10 JA05 KA41  
5F045 AA03 AB02 AC05 AC19 AF03  
BB06 DP04 EE15 EF08 EK11